

**PROCEDE ET INSTALLATION DE REFROIDISSEMENT D'UNE
BANDE METALLIQUE EN DEFILEMENT**

La présente invention concerne un procédé et une installation de refroidissement d'une bande métallique en 5 défilement.

Elle s'applique notamment aux traitements sous vide d'une telle bande, en particulier aux revêtements à chaud.

Pour mener à bien des opérations de traitements thermiques, tels que des recuits ou des revêtements 10 continus, d'une bande d'acier, il est généralement nécessaire de successivement chauffer et refroidir la bande, avec des vitesses prédéterminées. Pour refroidir une telle bande de manière contrôlée, on trempe la bande soit par un jet de gaz, soit par un jet de liquide, soit par au 15 moins un rouleau de refroidissement sur lequel la bande vient en contact.

Les procédés connus de refroidissement par rouleau consistent à appliquer une bande qui se déplace suivant un mouvement continu sur au moins un rouleau de 20 refroidissement à l'intérieur duquel circule un liquide réfrigérant, notamment de l'eau froide. Le rouleau est mobile en rotation autour de son axe, en étant entraîné soit par le frottement de la bande en défilement, soit par un ensemble motorisé propre. La bande ainsi appliquée sur 25 le rouleau forme un arc dont l'intrados délimite avec la face extérieure du rouleau une zone de contact adaptée pour évacuer vers l'intérieur du rouleau une partie de la chaleur de la bande.

Pour améliorer le contact entre la bande et le rouleau 30 de refroidissement, on a proposé par le passé de maintenir l'arc de bande en contact avec le rouleau au moyen de rouleaux métalliques d'appui sur l'extrados de l'arc. Pour

garantir le maintien d'un effet de plaquage de la bande sur le rouleau de refroidissement, chacun de ces rouleaux d'appui est monté à rotation libre autour de son axe, à l'extrémité de bras rigides, dont l'éloignement par rapport au rouleau de refroidissement est prédéterminé en fonction de l'épaisseur de la bande.

Bien que de tels rouleaux d'appui métalliques génèrent le maintien escompté de la bande sur le rouleau de refroidissement, ils font courir le risque d'une part de marquer l'extrados de la bande, ce marquage pouvant être très profond en cas de défaut de parallélisme des axes du rouleau de refroidissement et des rouleaux d'appui, et d'autre part de perturber le refroidissement de la bande en raison de la rapide accumulation de chaleur dans les rouleaux d'appui.

Le but de la présente invention est de proposer un procédé et une installation de refroidissement d'une bande métallique en défilement, qui permettent de maintenir fermement la bande contre un rouleau de refroidissement, tout en contrôlant ce refroidissement et sans pour autant nuire à l'état de surface de la bande.

A cet effet, l'invention a pour objet un procédé de refroidissement d'une bande métallique en défilement, du type dans lequel :

- on déplace en continu la bande métallique à refroidir,

- on applique la bande sur un rouleau de refroidissement principal mobile autour de son axe de façon à ce que la bande forme un arc dont l'intrados délimite avec la face extérieure du rouleau de refroidissement principal une zone de contact adaptée pour évacuer vers

l'intérieur de ce rouleau une partie de la chaleur de la bande, et

- on maintient la bande en contact avec le rouleau de refroidissement principal au moyen d'au moins un rouleau d'appui sur l'extrados de l'arc formé par la bande, le ou chaque rouleau d'appui étant disposé sensiblement parallèlement au rouleau de refroidissement principal et mobile en rotation autour de son axe,

caractérisé en ce que le ou chaque rouleau d'appui est constitué, au moins en périphérie, d'une matière élastiquement déformable et thermo-capacitive, et en ce qu'on évacue la chaleur transmise de la bande à le ou chaque rouleau d'appui par des moyens de refroidissement secondaire adaptés pour former avec une partie de la face externe du ou de chaque rouleau d'appui une zone de transfert de chaleur vers ces moyens de refroidissement secondaire.

Suivant d'autres caractéristiques de ce procédé, prises isolément ou selon toutes les combinaisons 20 techniques possibles :

- le ou chaque rouleau d'appui s'étend sur au moins toute la largeur de la bande de façon à appliquer sur l'extrados de l'arc formé par la bande une pression sensiblement homogène sur toute cette largeur ;

- la température de la bande appliquée en entrée du rouleau de refroidissement principal est inférieure à la température de dégradation de la matière constituant le ou les rouleaux d'appui ; et

- la température de la bande appliquée en entrée 30 est inférieure à environ 200°C..

L'invention a également pour objet une installation de refroidissement d'une bande métallique en défilement,

ladite bande à refroidir étant déplacée en continu, du type comportant un rouleau de refroidissement principal sur lequel est appliquée la bande de façon à former un arc dont l'intrados délimite avec la face extérieure de ce rouleau 5 une zone de contact adaptée pour évacuer vers l'intérieur du rouleau de refroidissement principal une partie de la chaleur de la bande, et au moins un rouleau d'appui sur l'extrados de l'arc formé par la bande, adapté pour maintenir la bande en contact sur le rouleau de 10 refroidissement principal, le ou chaque rouleau d'appui étant disposé sensiblement parallèlement au rouleau de refroidissement principal et mobile en rotation autour de son axe, caractérisée en ce que le ou chaque rouleau d'appui est constitué, au moins en périphérie, d'une 15 matière élastiquement déformable et thermo-capacitive, et en ce que l'installation comporte des moyens de refroidissement secondaire adaptés pour former avec une partie de la face externe du ou de chaque rouleau d'appui une zone de transfert de chaleur vers ces moyens de 20 refroidissement secondaire en vue d'évacuer la chaleur transmise de la bande à le ou chaque rouleau d'appui.

Selon d'autres caractéristiques de cette installation, prises isolément ou selon toutes les combinaisons techniquement possibles :

25 - le ou chaque rouleau d'appui est réalisé, au moins en périphérie, en élastomère, notamment en silicium vulcanisé ;

30 - la matière dont est constitué au moins en périphérie le ou chaque rouleau d'appui, possède un coefficient de conductibilité thermique inférieur à 1 W/m.K ;

- le diamètre du ou de chaque rouleau d'appui est compris entre un quart et un dixième du diamètre du rouleau de refroidissement principal ;

5 - les moyens de refroidissement secondaire comportent au moins un rouleau de refroidissement secondaire mobile en rotation autour de son axe et disposé sensiblement parallèlement aux rouleaux d'appui ; et

10 - l'installation comporte des moyens d'alimentation avec un fluide caloporeur, communs au rouleau de refroidissement principal et aux moyens de refroidissement secondaire.

15 L'invention sera mieux comprise à la lecture de la description qui va suivre, donnée uniquement à titre d'exemple et faite en se référant aux dessins sur lesquels :

- la figure 1 est une vue schématique d'une installation de refroidissement selon l'invention ;

20 - les figures 2 et 3 sont des vues analogues à la figure 1, illustrant deux variantes de l'installation selon l'invention.

25 L'installation 1 représentée sur la figure 1 est destinée à refroidir une bande d'acier 2, défilant suivant le sens indiqué par les flèches 4. Cette installation est par exemple utilisée lors de traitements de revêtements de la bande, notamment sous vide.

Cette installation comporte :

- deux cylindres 8A et 8B de déflection de la bande 2, pourvus éventuellement d'un système motorisé d'entraînement non représenté ;

30 - un rouleau 10 de refroidissement principal, d'axe X-X et agencé vis-à-vis des cylindres déflecteurs 8A et 8B de façon à ce que ces derniers guident la bande 2 de

manière adéquate, respectivement en entrée et en sortie du rouleau 10 ;

- un rouleau 14 d'appui de la bande sur le rouleau de refroidissement 10, d'axe Z-Z sensiblement parallèle à l'axe X-X du rouleau 10 et de préférence disposé sensiblement à l'aplomb de la zone d'enroulement de la bande autour du rouleau 10 ; et

- un rouleau 16 de refroidissement secondaire, d'axe X'-X' parallèle à l'axe Z-Z des rouleaux 14, disposé en contact avec ces rouleaux 14 du côté opposé à celui du rouleau 10, un même plan P formant des plans médians pour les rouleaux 10 et 16.

Plus précisément, le rouleau de refroidissement principal 10 et le rouleau de refroidissement secondaire 16 sont à même d'évacuer des calories depuis leur face extérieure vers l'intérieur des rouleaux lorsqu'un corps chaud est appliqué sur eux. A cet effet, les rouleaux 10 et 16 comportent, de manière connue, une double enveloppe permettant de faire circuler en périphérie interne de ces rouleaux un fluide réfrigérant, tel que de l'eau froide. D'autres types de rouleau de refroidissement par contact, connus par l'homme du métier, sont envisageables.

Le rouleau d'appui 14 quant à lui formé d'une pièce monobloc cylindrique d'axe Z-Z ou d'un empilement de cylindres coaxiaux de faible épaisseur dépendants ou non. Le rouleau 14 est réalisé en une matière élastiquement déformable, notamment en élastomère. Pour la présente invention, l'expression «matière élastiquement déformable» est à considérer comme désignant de manière générale un matériau dont le module d'élasticité (ou module de Young) est nettement plus faible que celui du matériau formant la bande 2, pour des raisons développées plus loin. A titre

d'exemple d'un élastomère approprié, on peut citer un silicium vulcanisé.

La matière constituant le rouleau d'appui 14 présente en outre des propriétés de conductibilité et de capacité thermiques préférées, à savoir qu'elle ne doit pas être totalement ou quasiment totalement résistante à la conduction de la chaleur, comme pourrait l'être par exemple un matériau céramique, mais ne doit pas non plus nécessairement assurer une conduction importante comme un alliage métallique courant. Elle doit en outre pouvoir stocker en son sein l'énergie thermique soutirée à la bande. L'élastomère dont est constitué le rouleau d'appui 14 possède par exemple un coefficient de conductibilité thermique inférieur à environ 1 W/m.K (watt par mètre et par Kelvin) et une capacité calorifique élevée, par exemple de l'ordre de 1000 J/kg.K (joule par kilogramme et par Kelvin).

Le diamètre du rouleau 14 est de préférence compris entre un quart et un dixième du diamètre du rouleau 10. De plus, la longueur de ce rouleau 14 est au moins légèrement supérieure à la largeur de la bande 2.

Le fonctionnement de l'installation 1, qui illustre le procédé selon l'invention, est le suivant :

La bande 2, provenant en amont de l'installation 1 d'une installation attenante de production, d'une bobine ou d'une installation de chauffage non représentées, arrive en entrée de l'installation 1 à une température considérée comme chaude, comprise notamment entre la température ambiante et une température haute au-delà de laquelle la matière constituant le rouleau d'appui 14 risque d'être dégradée, c'est-à-dire par exemple entre la température

ambiante et environ 200°C. Son entraînement peut être au moins partiellement assuré par le cylindre 8A.

La bande 2 est, en sortie du cylindre 8A, appliquée sur le rouleau de refroidissement principal 10, autour duquel la bande forme un arc le plus grand possible, par exemple de 240° environ, dont l'intrados est en contact avec la face extérieure du cylindre 10. Lors de son application sur le rouleau 10, l'arc formé par la bande 2 est, de préférence dans sa zone de début d'enroulement, 10 maintenu en contact pressé sur ce rouleau par les rouleaux d'appui 14.

La position relative du rouleau 14 par rapport à la surface extérieure du rouleau 10 est soit pré-réglée, notamment en fonction de l'épaisseur de la bande 2, soit 15 commandée par des moyens de support élastiquement déformables de façon à ce que l'extrados de la bande 2 soit soumise à une pression de contact suffisante pour aplanir la bande suivant sa largeur et pour favoriser le transfert de chaleur de la bande au rouleau de refroidissement 10 en 20 augmentant la surface de contact entre l'intrados de cette bande et la face extérieure de ce rouleau.

La faible rigidité de la matière formant les rouleaux d'appui limite les risques de marquage de l'extrados de la bande, même dans le cas où existe un défaut de parallélisme 25 entre les axes Z-Z et X-X. De plus, la bande 2 présente alors une bonne planéité transversale.

En outre, la matière formant les rouleaux d'appui 14 étant thermo-capacitive, une partie de la chaleur de la bande est transférée de la bande au rouleau d'appui, 30 assurant ainsi un refroidissement complémentaire de la bande.

Le défilement de la bande 2 entraîne le rouleau d'appui 14 en rotation autour de son axe, ce rouleau 14 entraînant lui-même le rouleau de refroidissement secondaire 16. La zone de contact que maintient le rouleau 5 d'appui 14 avec le rouleau 16 permet le transfert de chaleur depuis la partie périphérique du rouleau 14 jusqu'à l'intérieur du rouleau 16. Comme la matière formant les rouleaux d'appui est fortement thermo-capacitive, la chaleur transférée de la bande au rouleau d'appui 14 est 10 stockée en périphérie du rouleau 14 avant d'être à son tour transférée aux rouleaux de refroidissement 16.

L'élasticité de la matière formant le rouleau d'appui 14 assure, même en cas de manque de parallélisme entre les axes Z-Z et X'-X', la formation d'une grande surface de 15 contact entre le rouleau 14 et la face extérieure du rouleau 16, et donc un bon transfert calorifique.

En sortie du rouleau 10, la bande 2 s'enroule autour du cylindre déflecteur 8B et sort de l'installation 1.

Le procédé selon l'invention permet ainsi de refroidir 20 de manière contrôlée la bande 2, sans endommager ni marquer ses surfaces. Le refroidissement obtenu est à la fois homogène, assurant par là l'homogénéité des qualités de la bande refroidie, et rapide, ce qui permet de réduire la durée du refroidissement et ainsi la longueur de la zone 25 correspondante.

L'utilisation d'élastomère pour former les rouleaux d'appui 14 est peu onéreuse et le rouleau de refroidissement secondaire 16 relève d'une technologie déjà existante. D'ailleurs, le réseau de circulation du fluide 30 réfrigérant envoyé au rouleau de refroidissement principal 10 peut avantageusement être utilisé, par exemple au moyen de dérivations, pour alimenter le rouleau de

refroidissement secondaire 16. En d'autres termes, à partir d'une installation de refroidissement pré-existante, le coût d'investissement pour disposer d'une installation selon l'invention est minime.

5 Sur la figure 2 est représentée une variante de l'installation 1 qui se distingue de celle de la figure 1 par, d'une part, la mise en place, entre le rouleau de refroidissement principal 10 et le rouleau de refroidissement secondaire 16, de deux rouleaux d'appui 14
10 au lieu d'un, et, d'autre part, le remplacement du cylindre déflecteur de sortie 8B par un deuxième cylindre de refroidissement principal 12, par exemple analogue au rouleau 10. Le fonctionnement de cette installation est sensiblement analogue à celui de la figure 1.

15 Des exemples de mises en œuvre de procédés selon l'art antérieur et selon l'invention avec l'installation 1 de la figure 2 sont détaillés ci-dessous. Dans les deux tableaux ci-après sont résumés les paramètres de fonctionnement de cette installation :

TABLEAU 1

| | Coefficient de conductibilité thermique (W/m.K) | Module d'élasticité (module de Young) (MPa) |
|--|---|---|
| Bandé 2 | 60 | 205 000 |
| Rouleaux de refroidissement 10, 12 et 16 | 20 | 205 000 |
| Rouleaux d'appui 14 | 0,2 | 9,4 |

5

TABLEAU 2

| Rayon des Rouleaux de refroidissement 10, 12 et 16 | Rayon des rouleaux d'appui 14 | Vitesse de défilement de la bande 2 | Débit d'eau de refroidissement envoyée aux rouleaux 10, 12 et 16 | Longueur de l'arc formé par la bande 2 autour du rouleau 10 |
|--|-------------------------------|-------------------------------------|--|---|
| 300 mm | 62,5 mm | 20 m/min | 10 l/min | 240° |

Dans le tableau ci-après sont résumés des résultats
10 d'essais :

TABLEAU 3

| Essai N° | Appui des rouleaux 14 | Température de la bande 2 en entrée du rouleau 10 (°C) | Coefficient d'échange thermique entre la bande 2 et le rouleau 10 (W/m ² .K) | Température de la bande 2 en entrée du rouleau 12 (°C) | Coefficient d'échange thermique entre la bande 2 et le rouleau 12 (W/m ² .K) |
|----------|-----------------------|--|---|--|---|
| 1 | NON | 75 | 10 | 70 | 8 |
| 2 | NON | 135 | 15 | 125 | 10 |
| 3 | OUI | 75 | 150 | 45 | 100 |
| 4 | OUI | 145 | 235 | 65 | 170 |

Les essais 1 et 2 sont réalisés sans aucun rouleau d'appui, tandis que les essais 3 et 4 sont réalisés avec les deux rouleaux d'appui 14 en élastomère comme représenté sur la figure 2.

5 On constate une efficacité de refroidissement quinze fois plus importante sur le premier rouleau de refroidissement principal 10 lorsque celui-ci est associé aux deux rouleaux d'appui 14, mais également une augmentation sensible sur le second rouleau de 10 refroidissement 12. ces résultats traduisent le fait que les rouleaux d'appui 14 rendent une bonne planéité transversale à la bande 2, permettant un refroidissement important et homogène sur la largeur de la bande. Des 15 mesures de température par thermographie infra-rouge confirment d'ailleurs que le refroidissement de température est bien homogène.

Par ailleurs, concernant la température atteinte par les rouleaux d'appui 14, on a pu déterminer que, 20 localement, la couche superficielle de matière des rouleaux 14 peut atteindre pendant un temps assez court, de l'ordre de la durée du contact, la température de la bande 2 avec laquelle ces rouleaux sont en contact. C'est surtout le cas lorsque la vitesse de défilement de la bande est faible, 25 par exemple de l'ordre de 20 m/min pour l'exemple de mise en œuvre détaillé dans les tableaux 1 et 2 ci-dessus.

Cependant, lorsque la vitesse de défilement de la bande augmente, la durée de contact de l'élastomère sur la bande ne suffit pas pour que l'échange de chaleur soit complet, la température de l'élastomère restant alors 30 inférieure à celle de la bande. Ainsi, pour une vitesse de défilement de l'ordre de 150 m/min, ce qui correspond à une vitesse de défilement pour une installation industrielle,

et pour une température d'entrée de la bande de l'ordre de 150°C, l'élastomère atteint localement au maximum une température de l'ordre de 100°C, ce qui correspond à une température de service courante pour la plupart des 5 élastomères vulcanisés.

Divers aménagements et variantes au procédé et à l'installation décrits ci-dessus sont envisageables. En particulier, Le nombre de rouleaux d'appui et de rouleaux de refroidissement secondaire, leurs dimensions, ainsi que 10 leur agencement ne sont limités que par l'espace libre disponible autour du rouleau de refroidissement principal considéré. Toute combinaison est possible, pour autant que chaque rouleau d'appui soit refroidi par au moins un rouleau secondaire. A titre d'exemple, la figure 3 15 représente un rouleau de refroidissement principal 10 associé à cinq rouleaux d'appui 14 et à quatre rouleaux de refroidissement secondaire 16.

En outre, le ou les rouleaux d'appui 14 peuvent comporter une structure multicouches, seules la et/ou les 20 couches externes devant posséder les caractéristiques de souplesse et de capacité thermique détaillées plus haut pour réaliser l'invention.

Par ailleurs, le rouleau de refroidissement 16 est remplaçable par d'autres moyens de refroidissement 25 secondaire, tels que des systèmes à trempe par jet de gaz tant que ces moyens forment avec une partie de la face externe des rouleaux d'appui une zone suffisante d'évacuation de chaleur.

REVENDICATIONS

1. Procédé de refroidissement d'une bande métallique
5 en défilement, du type dans lequel :

- on déplace en continu la bande métallique (2) à refroidir,

10 - on applique la bande (2) sur un rouleau de refroidissement principal (10) mobile autour de son axe (X-X) de façon à ce que la bande forme un arc dont l'intrados délimite avec la face extérieure du rouleau de refroidissement principal une zone de contact adaptée pour évacuer vers l'intérieur de ce rouleau une partie de la chaleur de la bande, et

15 - on maintient la bande (2) en contact avec le rouleau de refroidissement principal (10) au moyen d'au moins un rouleau (14) d'appui sur l'extrados de l'arc formé par la bande, le ou chaque rouleau d'appui étant disposé sensiblement parallèlement au rouleau de refroidissement
20 principal (10) et mobile en rotation autour de son axe (Z-Z),

25 caractérisé en ce que le ou chaque rouleau d'appui (14) est constitué, au moins en périphérie, d'une matière élastiquement déformable et thermo-capacitive, et en ce qu'on évacue la chaleur transmise de la bande (2) à le ou chaque rouleau d'appui (14) par des moyens (16) de refroidissement secondaire adaptés pour former avec une partie de la face externe du ou de chaque rouleau d'appui (14) une zone de transfert de chaleur vers ces moyens de
30 refroidissement secondaire (16).

2. Procédé suivant la revendication 1, caractérisé en ce que le ou chaque rouleau d'appui (14) s'étend sur au

moins toute la largeur de la bande (2) de façon à appliquer sur l'extrados de l'arc formé par la bande une pression sensiblement homogène sur toute cette largeur.

3. Procédé suivant la revendication 1 ou 2,
5 caractérisé en ce que la température de la bande (2) appliquée en entrée du rouleau de refroidissement principal (10) est inférieure à la température de dégradation de la matière constituant le ou les rouleaux d'appui (14).

4. Procédé suivant la revendication 3, caractérisé en
10 ce que ladite température de la bande appliquée en entrée est inférieure à environ 200°C.

5. Installation de refroidissement d'une bande métallique en défilement, ladite bande (2) à refroidir étant déplacée en continu du type comportant un rouleau de refroidissement principal (10) sur lequel est appliquée la bande (2) de façon à former un arc dont l'intrados délimite avec la face extérieure de ce rouleau (10) une zone de contact adaptée pour évacuer vers l'intérieur du rouleau de refroidissement principal une partie de la chaleur de la bande, et au moins un rouleau (14) d'appui sur l'extrados de l'arc formé par la bande, adapté pour maintenir la bande en contact sur le rouleau de refroidissement principal (10), le ou chaque rouleau d'appui étant disposé sensiblement parallèlement au rouleau de refroidissement principal et mobile en rotation autour de son axe (Z-Z), caractérisée en ce que le ou chaque rouleau d'appui (14) est constitué, au moins en périphérie, d'une matière élastiquement déformable et thermo-capacitive, et en ce que l'installation (1) comporte des moyens (16) de refroidissement secondaire adaptés pour former avec une partie de la face externe du ou de chaque rouleau d'appui (14) une zone de transfert de chaleur vers ces moyens de

refroidissement secondaire en vue d'évacuer la chaleur transmise de la bande (2) à le ou chaque rouleau d'appui.

6. Installation suivant la revendication 5, caractérisée en ce que le ou chaque rouleau d'appui (14) 5 est réalisé, au moins en périphérie, en élastomère, notamment en silicone vulcanisé.

7. Installation suivant la revendication 5 ou 6, caractérisée en ce que la matière dont est constitué au moins en périphérie le ou chaque rouleau d'appui (14), 10 possède un coefficient de conductibilité thermique inférieur à 1 W/m.K.

8. Installation suivant l'une quelconque des revendications 5 à 7, caractérisée en ce que le diamètre du ou de chaque rouleau d'appui (14) est compris entre environ 15 un quart et un dixième du diamètre du rouleau de refroidissement principal (10).

9. Installation suivant l'une quelconque des revendications 5 à 8, caractérisée en ce que les moyens de refroidissement secondaire comportent au moins un rouleau 20 de refroidissement secondaire (16) mobile en rotation autour de son axe (X'-X') et disposé sensiblement parallèlement au(x) rouleau(x) d'appui (14).

10. Installation suivant l'une quelconque des revendications 5 à 9, caractérisée en ce qu'elle comporte 25 des moyens d'alimentation avec un fluide caloporteur, communs au rouleau de refroidissement principal (10) et aux moyens de refroidissement secondaire (16).

1/3

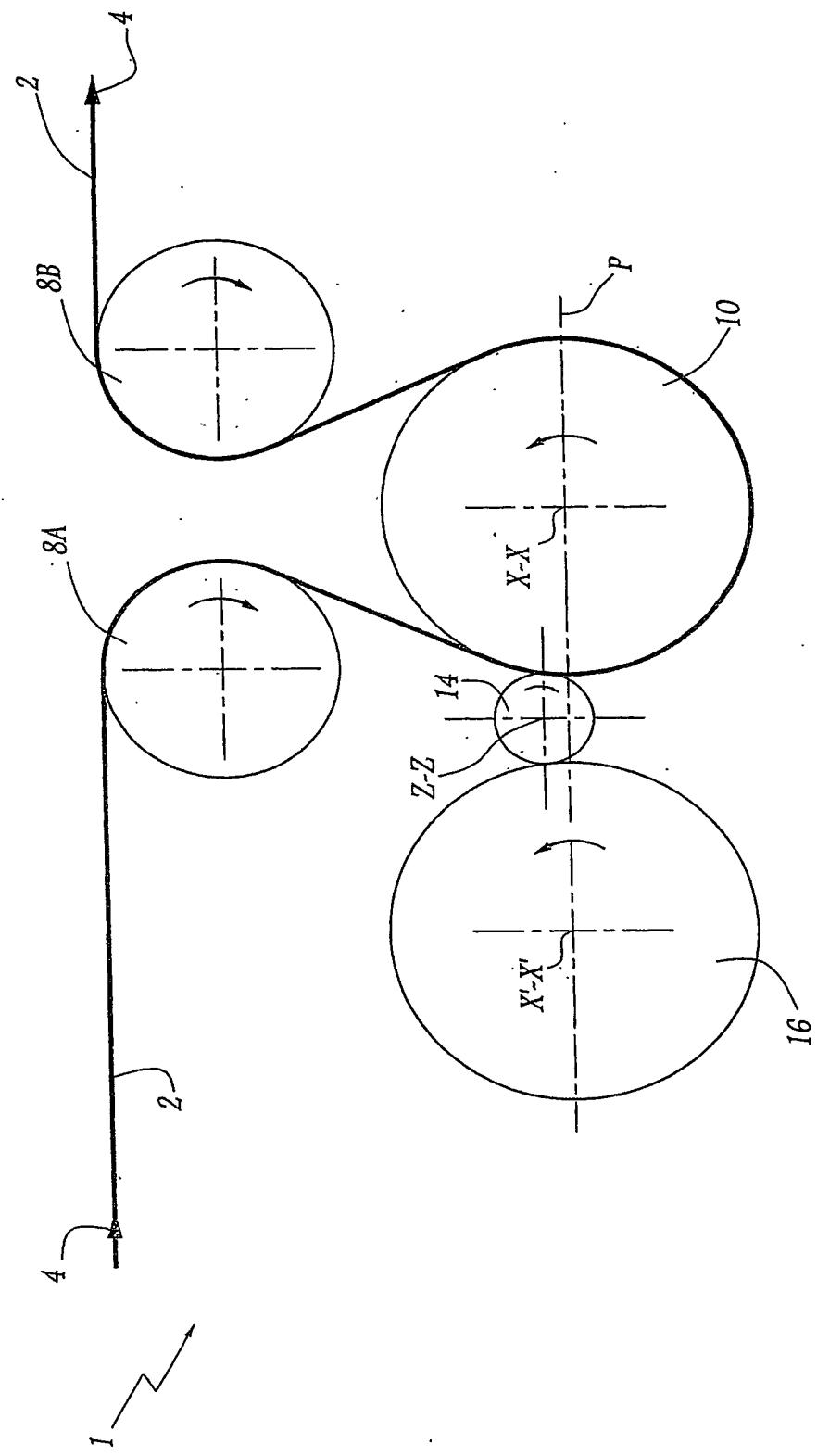


Fig. 1

2/3

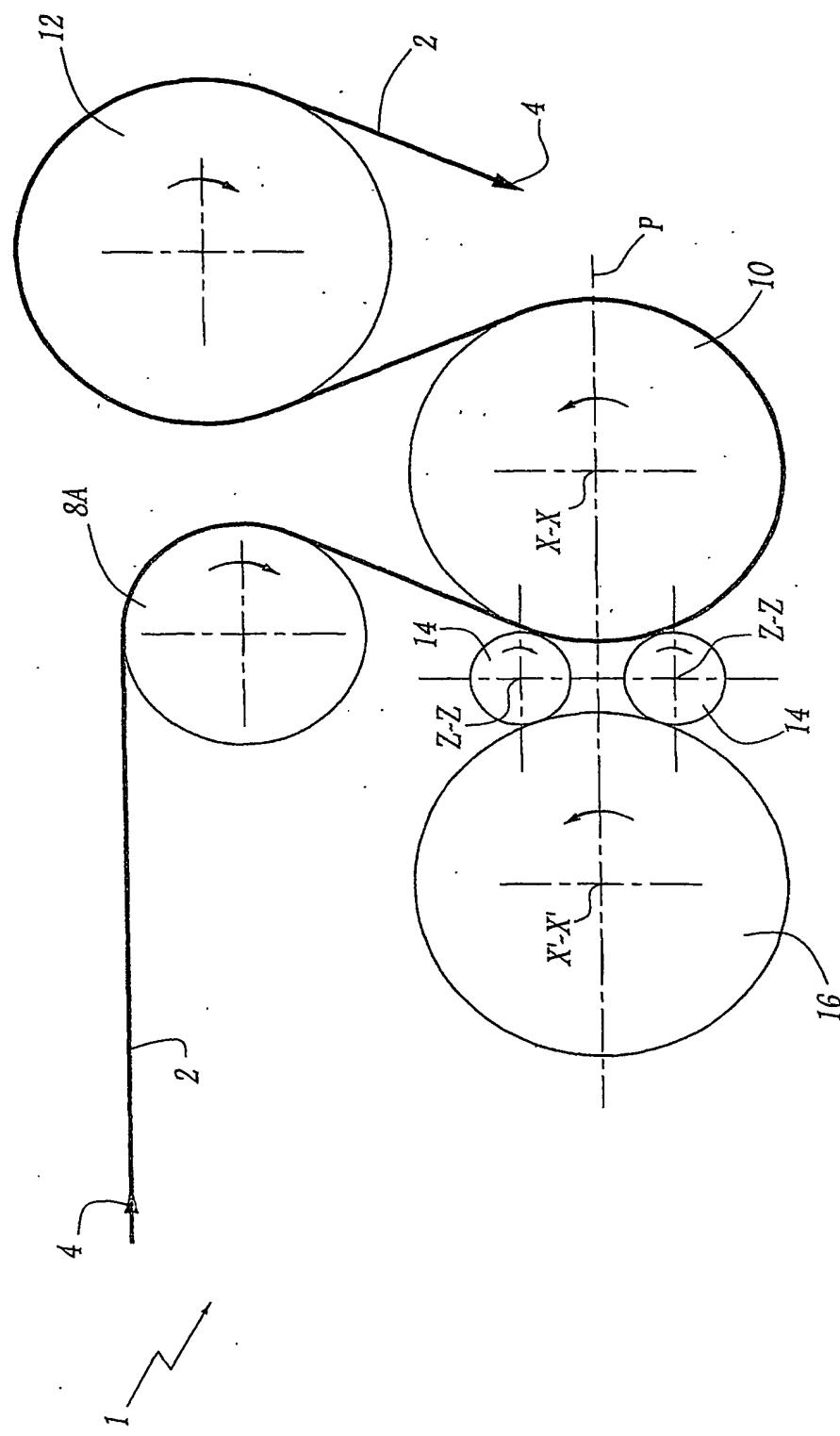
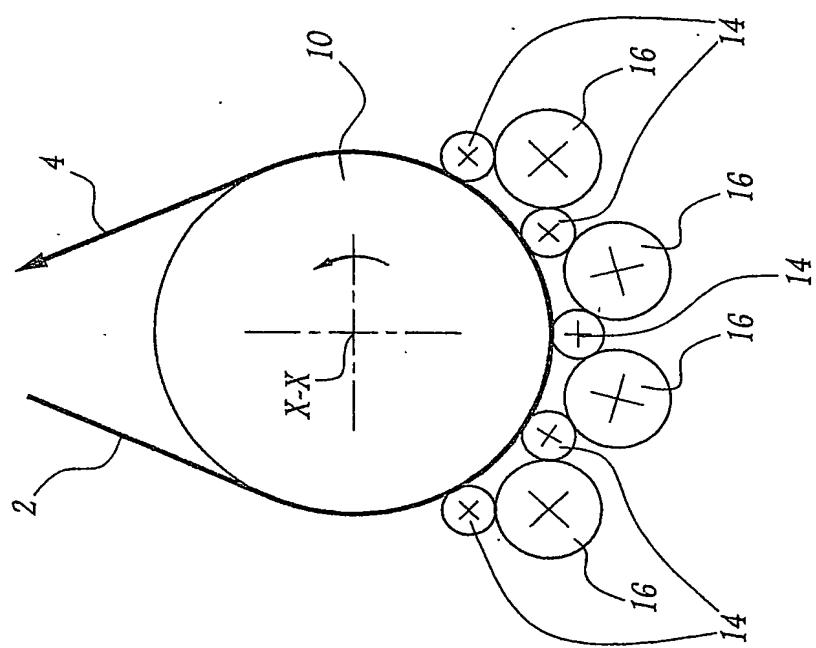


Fig. 2

3/3

Fig. 3



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PCT/FR2004/001441

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
IPC 7 C21D9/00 C21D9/573 C21D9/56

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
IPC 7 C21D

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the International search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal, WPI Data, PAJ

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

| Category | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages | Relevant to claim No. |
|----------|---|-----------------------|
| A | PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 010, no. 131 (C-346), 15 May 1986 (1986-05-15) -& JP 60 255933 A (NITSUSHIN SEIKOU KK), 17 December 1985 (1985-12-17) abstract figures 1-4 | 1-10 |
| A | PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 016, no. 351 (C-0968), 29 July 1992 (1992-07-29) -& JP 04 107221 A (NKK CORP), 8 April 1992 (1992-04-08) abstract figures 1,2 | 1-10 |

Further documents are listed in the continuation of box C.

Patent family members are listed in annex.

* Special categories of cited documents :

- *A* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- *E* earlier document but published on or after the International filing date
- *L* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- *O* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- *P* document published prior to the International filing date but later than the priority date claimed

- *T* later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- *X* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- *Y* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.
- *&* document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

25 November 2004

Date of mailing of the international search report

09/12/2004

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Gavriliu, A

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No
PCT/FR2004/001441

C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

| Category | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages | Relevant to claim No. |
|----------|---|-----------------------|
| A | PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 006, no. 118 (C-111), 2 July 1982 (1982-07-02) -& JP 57 043939 A (NIPPON STEEL CORP), 12 March 1982 (1982-03-12) abstract figures 3,4,5 ----- | 1-10 |
| A | PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 014, no. 137 (C-0702), 15 March 1990 (1990-03-15) -& JP 02 011729 A (KAWASAKI STEEL CORP), 16 January 1990 (1990-01-16) abstract figure 2 ----- | 1-10 |
| A | PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 2002, no. 03, 3 April 2002 (2002-04-03) -& JP 2001 323325 A (NIPPON STEEL CORP), 22 November 2001 (2001-11-22) abstract figure 1 ----- | 1-10 |
| A | EP 0 418 166 A (LORRAINE LAMINAGE) 20 March 1991 (1991-03-20) claims 1,15 figure 1 ----- | 1-10 |
| A | US 6 056 913 A (EBNER PETER ET AL) 2 May 2000 (2000-05-02) column 1, line 42 - line 57 column 2, line 20 - line 29 figures 1,2 ----- | 1-10 |

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

INTERNATIONAL APPLICATION NO

PCT/FR2004/001441

| Patent document cited in search report | | Publication date | | Patent family member(s) | | Publication date |
|--|---|------------------|--|--|--|--|
| JP 60255933 | A | 17-12-1985 | JP JP | 1515296 C 63066884 B | | 24-08-1989 22-12-1988 |
| JP 04107221 | A | 08-04-1992 | JP JP | 1977911 C 7009044 B | | 17-10-1995 01-02-1995 |
| JP 57043939 | A | 12-03-1982 | NONE | | | |
| JP 02011729 | A | 16-01-1990 | JP JP | 2109981 C 8030221 B | | 21-11-1996 27-03-1996 |
| JP 2001323325 | A | 22-11-2001 | NONE | | | |
| EP 0418166 | A | 20-03-1991 | FR EP | 2651795 A1 0418166 A1 | | 15-03-1991 20-03-1991 |
| US 6056913 | A | 02-05-2000 | AT AT AT CA DE EP ES JP TW ZA | 407880 B 159797 A 252162 T 2246879 A1 59809913 D1 0903414 A1 2209102 T3 11152525 A 410238 B 9808143 A | | 25-07-2001 15-11-2000 15-11-2003 22-03-1999 20-11-2003 24-03-1999 16-06-2004 08-06-1999 01-11-2000 11-03-1999 |

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Demande Internationale No

PCT/FR2004/001441

A. CLASSEMENT DE L'OBJET DE LA DEMANDE
CIB 7 C21D9/00 C21D9/573 C21D9/56

Selon la classification internationale des brevets (CIB) ou à la fois selon la classification nationale et la CIB

B. DOMAINES SUR LESQUELS LA RECHERCHE A PORTE

Documentation minimale consultée (système de classification suivi des symboles de classement)
CIB 7 C21D

Documentation consultée autre que la documentation minimale dans la mesure où ces documents relèvent des domaines sur lesquels a porté la recherche

Base de données électronique consultée au cours de la recherche internationale (nom de la base de données, et si réalisable, termes de recherche utilisés)
EPO-Internal, WPI Data, PAJ

C. DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS

| Catégorie | Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents | no. des revendications visées |
|-----------|---|-------------------------------|
| A | PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 010, no. 131 (C-346), 15 mai 1986 (1986-05-15) -& JP 60 255933 A (NITSUSHIN SEIKOU KK), 17 décembre 1985 (1985-12-17) abrégé figures 1-4 ----- PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 016, no. 351 (C-0968), 29 juillet 1992 (1992-07-29) -& JP 04 107221 A (NKK CORP), 8 avril 1992 (1992-04-08) abrégé figures 1,2 ----- -/- | 1-10 |
| A | | 1-10 |

Voir la suite du cadre C pour la fin de la liste des documents

Les documents de familles de brevets sont indiqués en annexe

* Catégories spéciales de documents cités:

- *A* document définissant l'état général de la technique, non considéré comme particulièrement pertinent
- *E* document antérieur, mais publié à la date de dépôt International ou après cette date
- *L* document pouvant jeter un doute sur une revendication de priorité ou cité pour déterminer la date de publication d'une autre citation ou pour une raison spéciale (telle qu'indiquée)
- *O* document se référant à une divulgation orale, à un usage, à une exposition ou tous autres moyens
- *P* document publié avant la date de dépôt International, mais postérieurement à la date de priorité revendiquée

- *T* document ultérieur publié après la date de dépôt International ou la date de priorité et n'appartenant pas à l'état de la technique pertinent, mais cité pour comprendre le principe ou la théorie constituant la base de l'invention
- *X* document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme nouvelle ou comme impliquant une activité inventive par rapport au document considéré isolément
- *Y* document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme impliquant une activité inventive lorsque le document est associé à un ou plusieurs autres documents de même nature, cette combinaison étant évidente pour une personne du métier
- *&* document qui fait partie de la même famille de brevets

| | |
|---|--|
| Date à laquelle la recherche internationale a été effectivement achevée 25 novembre 2004 | Date d'expédition du présent rapport de recherche internationale 09/12/2004 |
| Nom et adresse postale de l'administration chargée de la recherche internationale Office Européen des Brevets, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl, Fax: (+31-70) 340-3016 | Fonctionnaire autorisé Gavriliu, A |

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Demande Internationale No
PCT/FR2004/001441

| C.(suite) DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS | | |
|---|--|-------------------------------|
| Catégorie | Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents | no. des revendications visées |
| A | PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 006, no. 118 (C-111), 2 juillet 1982 (1982-07-02) -& JP 57 043939 A (NIPPON STEEL CORP), 12 mars 1982 (1982-03-12) abrégé figures 3,4,5 | 1-10 |
| A | PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 014, no. 137 (C-0702), 15 mars 1990 (1990-03-15) -& JP 02 011729 A (KAWASAKI STEEL CORP), 16 janvier 1990 (1990-01-16) abrégé figure 2 | 1-10 |
| A | PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 2002, no. 03, 3 avril 2002 (2002-04-03) -& JP 2001 323325 A (NIPPON STEEL CORP), 22 novembre 2001 (2001-11-22) abrégé figure 1 | 1-10 |
| A | EP 0 418 166 A (LORRAINE LAMINAGE) 20 mars 1991 (1991-03-20) revendications 1,15 figure 1 | 1-10 |
| A | US 6 056 913 A (EBNER PETER ET AL) 2 mai 2000 (2000-05-02) colonne 1, ligne 42 - ligne 57 colonne 2, ligne 20 - ligne 29 figures 1,2 | 1-10 |

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

 Demande Internationale No
 PCT/FR2004/001441

| Document brevet cité au rapport de recherche | | Date de publication | | Membre(s) de la famille de brevet(s) | | Date de publication |
|---|---|------------------------|--|--|--|--|
| JP 60255933 | A | 17-12-1985 | JP JP | 1515296 C 63066884 B | | 24-08-1989 22-12-1988 |
| JP 04107221 | A | 08-04-1992 | JP JP | 1977911 C 7009044 B | | 17-10-1995 01-02-1995 |
| JP 57043939 | A | 12-03-1982 | | AUCUN | | |
| JP 02011729 | A | 16-01-1990 | JP JP | 2109981 C 8030221 B | | 21-11-1996 27-03-1996 |
| JP 2001323325 | A | 22-11-2001 | | AUCUN | | |
| EP 0418166 | A | 20-03-1991 | FR EP | 2651795 A1 0418166 A1 | | 15-03-1991 20-03-1991 |
| US 6056913 | A | 02-05-2000 | AT AT AT CA DE EP ES JP TW ZA | 407880 B 159797 A 252162 T 2246879 A1 59809913 D1 0903414 A1 2209102 T3 11152525 A 410238 B 9808143 A | | 25-07-2001 15-11-2000 15-11-2003 22-03-1999 20-11-2003 24-03-1999 16-06-2004 08-06-1999 01-11-2000 11-03-1999 |

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

BLACK BORDERS

IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES

FADED TEXT OR DRAWING

BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING

SKEWED/SLANTED IMAGES

COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS

GRAY SCALE DOCUMENTS

LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT

REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY

OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.